CRDP
Limousin

Manuel d'utilisation de la maquette

CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Enseignement primaire et collège

Articles	Code
Chauffe-eau solaire	870M0003

Document non contractuel

Généralités sur l'énergie solaire

L'énergie solaire est l'énergie que dispense le soleil dans son rayonnement, direct ou diffus. Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau et du vent. Le règne végétal, dont dépend le règne animal, l'utilise également en la transformant en énergie chimique via la photosynthèse. Grâce à divers procédés, elle peut être transformée en une autre forme d'énergie utile pour l'activité humaine, notamment en chaleur, en électricité ou en biomasse.
Par extension, l'expression « énergie solaire » est souvent employée pour désigner l'électricité ou l'énergie thermique obtenue à partir de cette dernière.

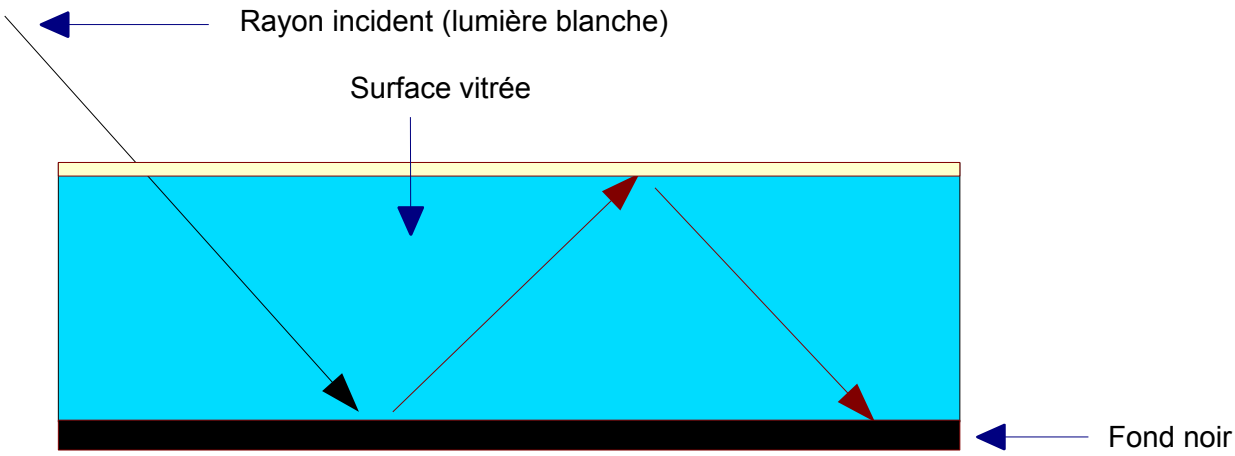
Les techniques pour capter directement une partie de cette énergie sont disponibles et sont constamment améliorées. On peut distinguer le solaire photovoltaïque et le solaire thermique.

La maquette présentée dans ce document fonctionne sur le principe du solaire thermique.

Principe du solaire thermique

L'effet de serre

Le principe de l'effet de serre est illustré par le schéma ci-dessous :



La lumière visible est absorbée en partie par le fond sombre : seule l'infra rouge, source de chaleur, est restitué. Cette longueur d'onde ne peut franchir l'obstacle de la baie vitrée et est reflétée.
A l'échelle atmosphérique, le fond sombre est le sol terrestre et la baie vitrée les gaz de la haute atmosphère.

Énergie solaire thermique

Elle se décline en trois techniques : passive, thermodynamique et à effet de serre artificiel.

- Le passif est connu depuis très longtemps. C'est le fait, par exemple pour notre hémisphère, de privilégier les ouvertures des maisons vers le sud, suivant la course du soleil. L'apparition des vitres et une bonne isolation permet de piéger le rayonnement comme expliqué dans le premier paragraphe. Un simple tuyau en polymère noir placé relativement longtemps au soleil, fait monter la température de l'eau qu'il contient à plus de quarante degrés.

- L'effet thermodynamique consiste à concentrer le rayonnement solaire sur un four pour porter de l'eau à ébullition et faire fonctionner des turbines comme dans une centrale classique. Il est connu depuis Archimède, qui selon la légende a mis le feu à une flotte en passe d'envahir Syracuse.

- L'effet de serre « dopé » est utilisé à l'échelle d'une habitation individuelle ou collective. Par ce procédé on peut installer un chauffe-eau solaire, ou un chauffage solaire : des panneaux, semblables au schéma précédent, sont équipés sous leur fond noir de tuyaux dans lesquels circule un liquide caloporteur, qui transmet ensuite la chaleur à un chauffe-eau et éventuellement à un plancher chauffant basse température.

Ce procédé permet de couvrir environ 50 % en moyenne des besoins en eau chaude en France, et d'apporter éventuellement un complément de chauffage.
Le chauffe-eau solaire est un dispositif de chauffage de l'eau sanitaire, qui peut remplacer ou compléter le cumulus électrique et les autres systèmes d'énergie pour l'eau chaude sanitaire (gaz, fuel, propane, GPL...) afin de procurer aux foyers une économie importante sur leur facture énergétique concernant leurs besoins en eau chaude sanitaire.

En réalité, le chauffe-eau solaire est généralement constitué par :

- des panneaux solaires (ou capteurs solaires thermiques) qui chauffent le fluide caloporteur (eau ou antigel) chargé d'acheminer l'énergie solaire récupérée jusqu'au réservoir d'eau chaude solaire ;
- un réservoir d'eau chaude solaire (ou ballon d'eau chaude) chauffé par ce circuit de liquide caloporteur (généralement dans une gaine de cuivre qui finit en « serpentin » à l'intérieur du ballon) ;
- un dispositif de chauffage d'appoint (car en général l'énergie solaire ne suffit pas) assuré le plus souvent par une résistance électrique ;
- un vase d'expansion pour assurer la sécurité du matériel, permet de compenser la dilatation du fluide (c'est un petit réservoir métallique généralement peint de couleur rouge) ;
- un circulateur (une « pompe » électrique, en fait, mais de faible consommation) lorsqu'il s'agit de matériel en « circulation forcée ».

Le capteur solaire thermique (ou capteur héliothermique) est un dispositif conçu pour recueillir l'énergie provenant du soleil et la transmettre à un fluide caloporteur.

Il existe deux types de panneaux solaires thermiques : les capteurs à eau qui utilisent un liquide (eau, antigel) comme fluide caloporteur, et ceux à air qui utilisent l'air comme caloporteur.

Dans les capteurs thermiques à eau, l'eau circule dans des tubes munis d'ailettes. Pour obtenir un meilleur rendement, l'ensemble est placé dans une boîte vitrée isolante afin d'obtenir un effet de serre. Avec un ensoleillement important et si les besoins en énergie sont modérés, un simple réseau de tubes à ailettes peut suffire. Les ailettes, qui forment ce qu'on appelle l'absorbeur, sont chauffées par le rayonnement solaire et transmettent leur chaleur à l'eau qui circule dans les tubes.

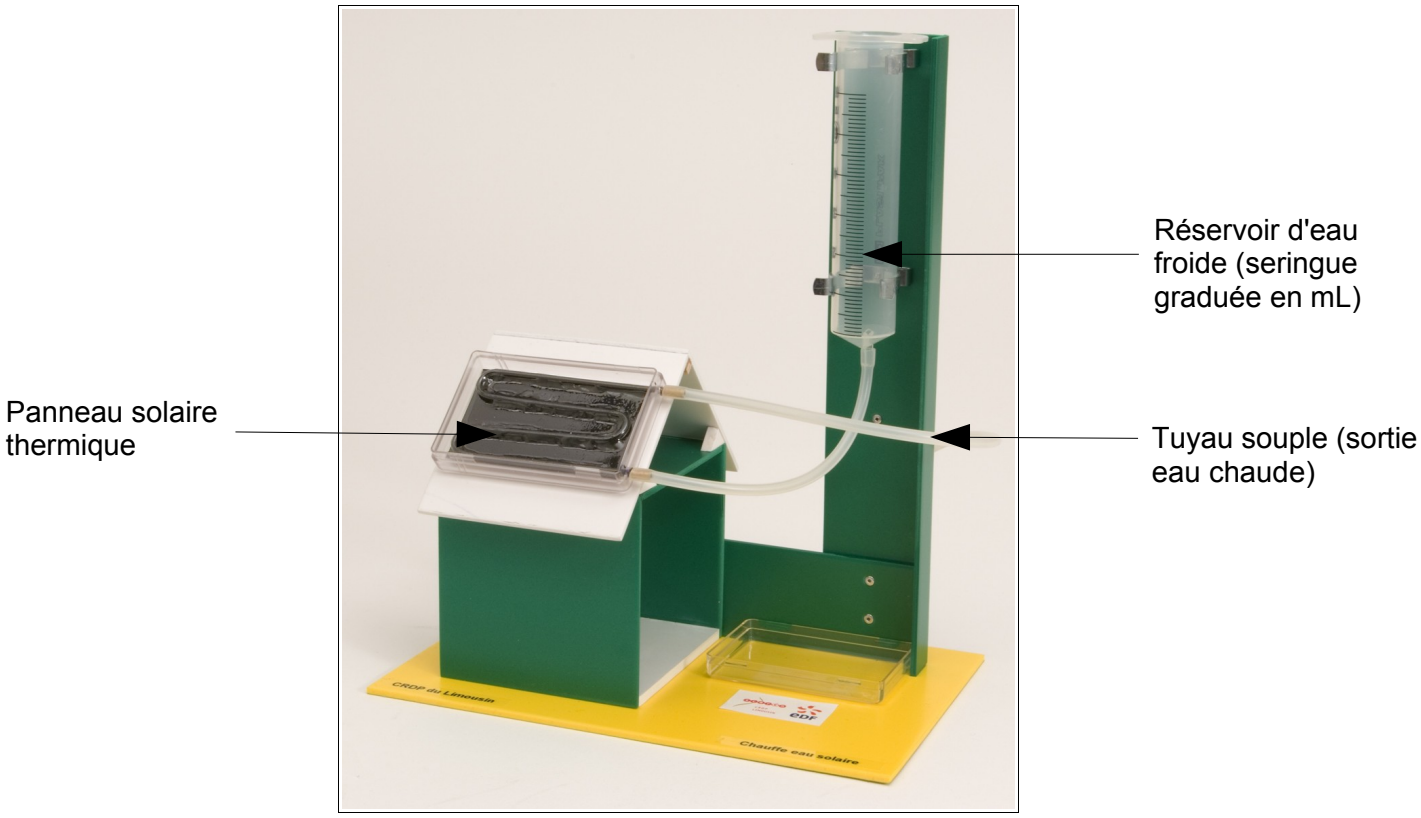
Les premiers absorbeurs étaient peints en noir afin de capter un maximum d'énergie lumineuse. Mais le noir a l'inconvénient d'avoir un rayonnement important, ce qui finit par échauffer la vitre et provoquer des pertes à travers celle-ci. C'est pourquoi on préfère utiliser des absorbeurs traités au chrome, ce qui donne un corps noir dont le rayonnement est beaucoup plus faible.

Descriptif et présentation de la maquette

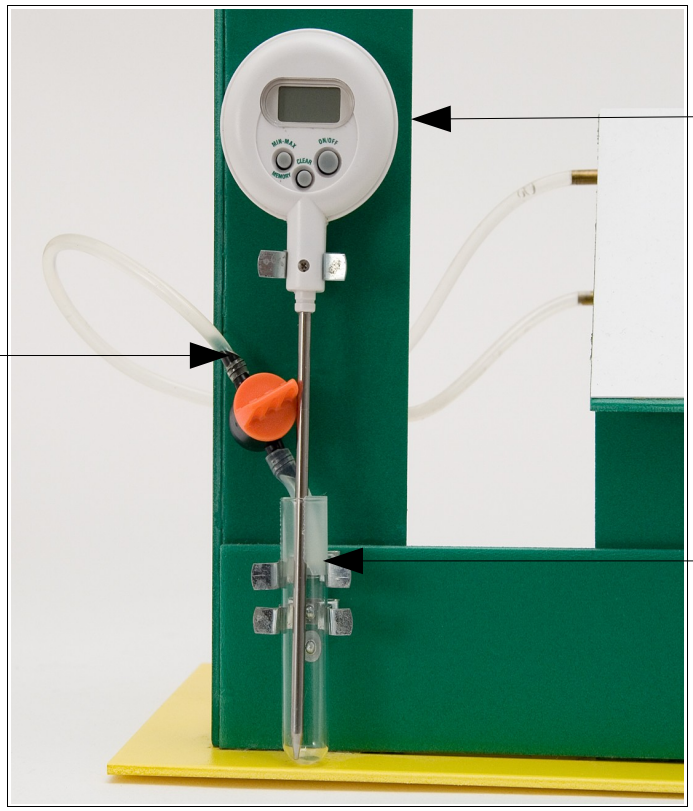
La maquette illustre une installation de chauffe-eau solaire simplifié. Le capteur solaire de faible capacité (1 mL) permet de fournir de l'eau chaude dans une éprouvette pour en apprécier la température, à l'aide du thermomètre incorporé.

La maquette est composée :

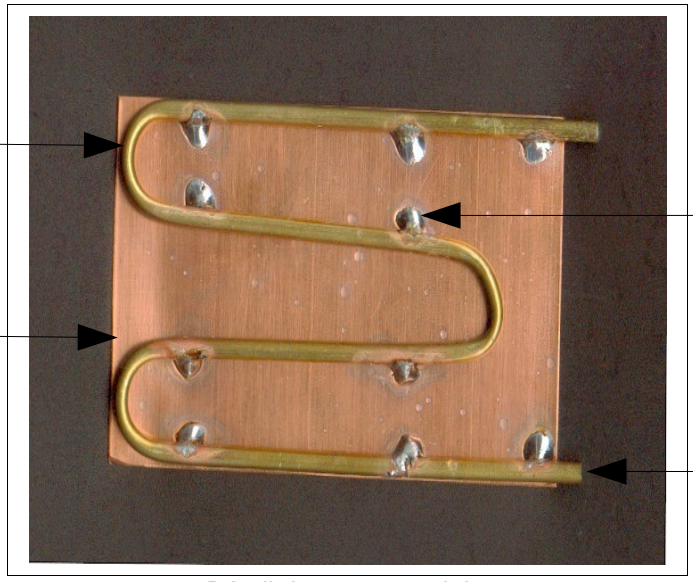
- d'une maison
- d'un panneau solaire thermique
- d'un thermomètre numérique amovible (avec fonction mémoire)
- d'un réservoir d'eau froide (seringue graduée en mL)
- d'un tuyau souple (sortie d'eau chaude)
- d'un tube à essai (récepteur d'eau chaude)



Chauffe-eau solaire



Détail du chauffe-eau solaire vu de derrière



Détail du capteur solaire

Le rayonnement solaire, absorbé par la surface du capteur de couleur noire, est converti en chaleur et stocké dans la plaque de cuivre. L'énergie calorifique de la plaque est transmise au tube et à son contenu (eau) par l'intermédiaire des points de soudure.

Suggestions pour la classe

Au primaire

On peut faire observer l'augmentation de la température de l'eau après avoir exposé le capteur solaire à une source de chaleur. La maquette permet de créer une situation pour introduire une leçon sur l'utilisation du thermomètre.

Au collège

L'objectif est le même. On pourra cependant aller un peu plus loin avec une explication de l'effet de serre et de son principe. On peut utiliser la maquette en classe de 4ème dans la partie « l'air qui nous entoure ».
A tout moment au collège la maquette permet d'enrichir la culture scientifique de l'élève.

Utilisation de la maquette

Introduire de l’eau froide dans la seringue (environ 50 mL), après avoir obstrué la sortie du tuyau.
Installer une lampe de bureau (type spot 100 watts) orientée vers le capteur (distance 10 cm).
Mesurer la température de l'eau au bout de 12 minutes.

Source lumineuse	Lampe à incandescence (spot 100 watts)
Distance lampe/capteur	10 cm
Temps d’exposition	12 mn
Température de l’eau de la seringue	22°C
Température de l’eau chaude	45°C
Élévation de température	45 – 22 = 23°C
Énergie nécessaire pour élever de 23°C une quantité d'eau d'1 mL (capacité du capteur)	23 x 4,18 = 96,14 joules